Modélisation du rendement des améliorations éconergétiques dans les habitations nordiques

Mai 2015 Série technique

INTRODUCTION

Les collectivités nordiques du Canada ont pendant longtemps compté principalement sur les combustibles fossiles pour le chauffage et l'électricité. Bien que les informations sur les façons de préserver l'énergie dans les foyers canadiens soient facilement accessibles, les recherches sur les améliorations éconergétiques dans le contexte du climat nordique et selon les types d'habitation sont plus limitées. Pour aider à caractériser la portée des mesures d'efficacité énergétique (MEE) qui devraient être appliquées pour atteindre des niveaux de réduction de consommation énergétique spécifiques, la SCHL a appuyé une étude visant à évaluer trois archétypes d'habitation représentatifs dans cinq collectivités nordiques du Canada. L'étendue des MEE comprenait l'enveloppe du bâtiment (ajout d'isolant et amélioration des fenêtres et de l'étanchéité à l'air), les équipements mécaniques (amélioration de la combustion et de l'efficacité de la consommation électrique), les appareils d'éclairage (amélioration de l'efficacité) et les appareils électriques (rendement élevé). Des économies d'énergie, tant à l'échelle des systèmes/équipements qu'à l'échelle de l'ensemble du bâtiment, ont été produites pour chaque MEE. À partir des résultats obtenus, des ensembles de MEE ont été élaborés sur mesure pour assurer des économies d'énergie de 10 % et de 25 % à l'échelle du bâtiment pour chaque archétype d'habitation dans chaque collectivité. Étant donné que les coûts d'électricité et des combustibles fossiles peuvent varier de façon importante selon le temps et l'emplacement, les économies associées aux ensembles de MEE n'ont pas été examinées dans l'étude. Cependant, les économies d'énergie peuvent être utilisées en association avec les connaissances locales des coûts énergétiques pour évaluer les bénéfices ou le rendement des sommes investies pour la mise en œuvre des MEE.

MÉTHODE

Cinq emplacements ont été sélectionnés pour obtenir différentes conditions météorologiques présentes dans de nombreuses collectivités nordiques : Chesterfield Inlet, Cambridge Bay et Resolute (Nunavut), Dawson (Yukon) et Inuvik (Territoires du Nord-Ouest).

Tableau 1 Données climatiques de HOT2000 pour les emplacements sélectionnés

Emplacement	Latitude	Degrés-jours annuels de chauffage (18 °C)	Vitesse moyenne des vents (km/h)
Dawson (YK)	64,5 °	8 400	5,1
Inuvik (T.-N.-O.)	68,3 °	10 050	9,8
Cambridge Bay (NU)	68,8 °	10 800	20
Chesterfield (NU)	64,3 °	11 000	20
Resolute (NU)	74,7 °	12 600	21

Des discussions entre les sociétés d'habitation du Nord (Nunavut et T.-N.-O.) et la SCHL ont permis d'établir trois archétypes d'habitation de référence pour l'analyse : une maison d'un étage de style cathédrale comptant trois chambres (N1S), une maison de deux étages comptant trois chambres (N2S) et un collectif d'habitation de deux étages comptant quatre logements de trois chambres (NMU). Les niveaux d'isolation ont été tirés des plans architecturaux disponibles, fournis par les sociétés d'habitation, alors que les données sur l'étanchéité à l'air des maisons sont fondées sur une étude préliminaire sur les habitations au Canada entreprise par SAR Engineering en 2004.

Dans l'analyse des répercussions des MEE sur la consommation énergétique de l'ensemble du bâtiment, il a d'abord été utile de décomposer la consommation énergétique de l'ensemble du bâtiment et de définir la consommation finale d'énergie pour les archétypes d'habitation de référence. En tenant compte des différents climats, types de combustible et types de bâtiment, la figure 1 illustre la proportion de chaque consommation finale d'énergie.

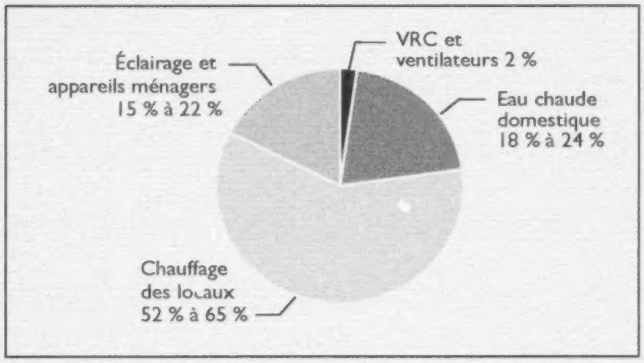

Figure 1 Répartition de la consommation finale d'énergie annuelle des archétypes d'habitation nordique

Une fois que les modèles des maisons de référence ont été établis, des MEE ont été élaborées pour chaque système en fonction des normes de référence et des lignes directrices en matière d'efficacité énergétique (comme R2000 et maison passive), des produits homologués ENERGY STAR[MC] et des meilleurs produits disponibles sur le marché, tels qu'inscrits au répertoire des produits de l'Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute (AHRI)[1]. Le tableau 2 décrit toutes les MEE employées dans l'étude.

La version 10.5.1 du logiciel HOT2000 a été utilisée pour effectuer les simulations pour les maisons de référence, et ces mêmes maisons ont servi aux simulations des MEE individuelles et combinées. Les résultats obtenus à partir des simulations des MEE individuelles ont ensuite été utilisés pour élaborer des ensembles de mesures permettant de réaliser les économies d'énergie souhaitées de 10 % et de 25 % pour l'ensemble du bâtiment. Les ensembles ont été composés en tenant compte des solutions pratiques qui pouvaient être mises en œuvre dans les collectivités nordiques. Dans tous les cas, les MEE des équipements ont eu la priorité puisque ce sont des mesures faciles à appliquer et qu'elles dérangent très peu les occupants. Lorsque les MEE des équipements ne permettaient pas à elles seules d'atteindre une économie de 25 % de la consommation énergétique pour l'ensemble du bâtiment, des MEE de l'enveloppe étaient alors ajoutées. Les MEE de l'enveloppe ont été combinées, suivant l'hypothèse selon laquelle l'étanchéité à l'air et l'isolation seraient améliorées simultanément. Une amélioration de l'étanchéité à l'air modérée a été considérée comme étant plus réaliste pour les habitations nordiques; la priorité a ensuite été accrue dans l'élaboration des ensembles de mesures. Pour l'installation d'isolant par morceaux, une priorité élevée a été attribuée à l'ajout d'isolant dans le vide sous toit des maisons en rangée en raison de son faible coût et du moindre dérangement des occupants. L'ajout d'isolant dans les vides sanitaires accessibles dans tous les archétypes a également été favorisé pour la même raison.

Les effets des MEE individuelles sur les économies d'énergie pour l'ensemble du bâtiment sont résumés dans le tableau 2 pour les trois types de bâtiment dans les cinq collectivités.

Amélioration de l'efficacité énergétique des équipements

Étant donné que le chauffage des locaux représente près des deux tiers de la consommation annuelle totale d'énergie (telle qu'illustrée à la figure 1), ce sont les MEE qui ont une incidence sur le chauffage des locaux qui présentaient le plus grand potentiel d'économies. L'amélioration d'une chaudière au mazout produit le plus grand potentiel d'économies (jusqu'à 28 % pour une maison de deux étages à Cambridge Bay ou Resolute). La modernisation d'une chaudière au gaz (Inuvik) produit moins d'économies que la modernisation des chaudières au mazout puisque les possibilités d'amélioration du rendement saisonnier pour les appareils au gaz sont moindres (80 % à 98 % pour les appareils au gaz par rapport à 71 % à 95 % pour les appareils au mazout). Les gains supplémentaires produits en changeant une chaudière à haut rendement par une chaudière « offrant le meilleur rendement » sont marginaux et se chiffrent à 2 % à 2,5 % pour le mazout et à 1 % pour le gaz naturel. Les économies les plus importantes concernant l'amélioration des chaudières ont été réalisées dans les climats les plus froids à Resolute, Chesterfield Inlet et Cambridge Bay, soit 4 % à 6 % de plus qu'à Inuvik et Dawson.

[1] *Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute* (2012). Directory of Certified Product Performance. Tiré de : http://www.ahridirectory.org/ahridirectory/pages/home.aspx

Tableau 2 Résumé des économies d'énergie annuelles pour l'ensemble du bâtiment par MEE individuelle

		Fen	ÉA Mod	ÉA R2000	ÉA MP	R-10 T/P	R-20 T/P	R-10 M	R-20 M	R-10 P
	Description des MEE	Triple vitrage à lame d'argon et à faible émissivité, 1,20 m^2 K/W	3,16 RA/h_{50}	1,5 RA/h_{50}	0,6 RA/h_{50}	+ R-10 (RSI 1,76) Isolation Valeur nominale	+ R-20 (RSI 3,52) Isolation Valeur nominale	+ R-10 (RSI 1,76) Isolation Valeur nominale	+ R-20 (RSI 3,52) Isolation Valeur nominale	+ R-10 (RSI 1,76) Isolation Valeur nominale
N1S	Dawson	6,9 %	5,6 %	8,6 %	8,5 %	0,9 %	1,7 %	3,4 %	5,2 %	1,4 %
	Inuvik	6,6 %	6,2 %	9,2 %	9,2 %	1,0 %	1,7 %	3,5 %	5,4 %	1,5 %
	Cambridge	6,4 %	9,2 %	15,6 %	17,0 %	1,0 %	1,7 %	3,6 %	5,5 %	1,6 %
	Chesterfield	6,3 %	7,7 %	15 8 %	17,3 %	0,9 %	1,6 %	3,6 %	5,4 %	1,5 %
	Resolute	6,8 %	9,1 %	17,9 %	19,3 %	1,0 %	1,6 %	3,5 %	5,4 %	1,5 %
N2S	Dawson	6,6 %	8,6 %	13,6 %	14,7 %	0,7 %	1,2 %	1,9 %	3,2 %	0,8 %
	Inuvik	6,1 %	9,2 %	14,0 %	15,7 %	0,7 %	1,2 %	1,9 %	3,1 %	0,8 %
	Cambridge	6,4 %	12,2 %	20,7 %	23,7 %	0,7 %	1,2 %	2,1 %	3,4 %	0,9 %
	Chesterfield	6,0 %	12,0 %	20,4 %	23,4 %	0,8 %	1,2 %	2,0 %	3,2 %	0,9 %
	Resolute	6,4 %	12,2 %	20,5 %	23,5 %	0,7 %	1,2 %	2,0 %	3,3 %	0,9 %
NMU	Dawson	6,9 %	0,7 %	4,9 %	4,3 %	1,8 %	2,9 %	0,4 %	0,6 %	1,7 %
	Inuvik	6,9 %	0,7 %	5,9 %	5,2 %	1,8 %	2,9 %	0,4 %	0,7 %	1,8 %
	Cambridge	6,4 %	3,0 %	11,6 %	12,8 %	1,7 %	2,8 %	0,4 %	0,6 %	1,7 %
	Chesterfield	6,2 %	3,7 %	12,0 %	13,3 %	1,6 %	2,7 %	0,4 %	0,7 %	1,6 %
	Resolute	6,4 %	3,1 %	11,6 %	12,7 %	1,7 %	2,8 %	0,4 %	0,7 %	1,7 %

		R-20 P	R-10 Tous	R-20 Tous	Chaudière Rendement élevé	Chaudière Meilleur rendement	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	ECD Meilleur rendement
	Description des MEE	+ R-20 (RSI 3,52) Isolation Valeur nominale	+ R-10 (RSI 1,76) Isolation Valeur nominale	+ R-20 (RSI 3,52) Isolation Valeur nominale	Mazout : 92 % Gaz : 95 %	Mazout : 96 % Gaz : 98 %	39 % réduction des kWh	Mazout : 63 % Gaz : 90 %	Mazout : s.o. Gaz : 98 %
N1S	Dawson	2,3 %	5,7 %	9,1 %	17,7 %	19,8 %	10,2 %	3,2 %	-
	Inuvik	2,5 %	5,9 %	9,4 %	9,7 %	10,8 %	10,2 %	7,1 %	8,0 %
	Cambridge	2,6 %	6,1 %	9,7 %	25,1 %	27,7 %	7,0 %	2,3 %	-
	Chesterfield	2,5 %	5,9 %	9,4 %	25,0 %	27,5 %	7,4 %	2,4 %	-
	Resolute	2,5 %	6,0 %	9,5 %	25,1 %	27,8 %	6,3 %	2,2 %	-
N2S	Dawson	1,4 %	3,4 %	5,7 %	17,3 %	19,6 %	10,1 %	3,2 %	-
	Inuvik	1,4 %	3,6 %	5,8 %	9,6 %	10,6 %	9,9 %	6,9 %	7,8 %
	Cambridge	1,6 %	3,7 %	6,0 %	25,5 %	28,3 %	6,7 %	2,2 %	-
	Chesterfield	1,5 %	3,5 %	5,8 %	25,4 %	27,8 %	7,0 %	2,3 %	-
	Resolute	1,5 %	3,5 %	6,0 %	25,4 %	28,3 %	6,1 %	2,1 %	-
NMU	Dawson	2,9 %	4,0 %	6,5 %	14,9 %	17,3 %	7,3 %	3,1 %	-
	Inuvik	3,0 %	3,9 %	6,5 %	11,5 %	12,7 %	6,8 %	6,2 %	6,6 %
	Cambridge	2,8 %	3,8 %	6,2 %	17,2 %	20,0 %	5,0 %	2,3 %	-
	Chesterfield	2,8 %	3,7 %	6,1 %	17,3 %	20,1 %	5,2 %	2,4 %	-
	Resolute	2,8 %	3,8 %	6,2 %	17,3 %	20,2 %	4,6 %	2,3 %	-

Abréviations :
Fen=fenêtre, ÉA=étanchéité à l'air, Mod=modérée, R2000=norme R2000, MP=maison passive, T/P=toit/plafond, M=mur, P=plancher, App=appareils, FE=facteur énergétique, ECD=eau chaude domestique

Les économies réalisées grâce à l'amélioration des chauffe-eau ont été supérieures (3 % à 4 %) avec les appareils au gaz naturel par rapport aux appareils au mazout en raison des améliorations relatives plus importantes des facteurs énergétiques des appareils au gaz inscrits dans le répertoire de l'AHRI. Aucun chauffe-eau au mazout sans réservoir ne figurait dans le répertoire; seuls les chauffe-eau au gaz sans réservoir ont donc été employés pour la modélisation des améliorations visant le meilleur rendement énergétique et ont permis de faire des économies supplémentaires allant jusqu'à 1 %.

Étanchéité à l'air

La réduction des fuites d'air de l'enveloppe du bâtiment est au deuxième rang des meilleures économies d'énergie à l'échelle du bâtiment. Dans une maison individuelle de deux étages de Cambridge Bay, il est possible de réaliser des économies de 24 % grâce à une amélioration du niveau d'étanchéité à l'air de la maison passive (en réduisant les fuites d'air de 4,7 RA/h_{50} à 0,6 RA/h_{50}). Une vérification de la ventilation a été effectuée pour tous les niveaux d'étanchéité à l'air et tous les archétypes afin de confirmer si un VRC était nécessaire pour respecter la norme 62.1[2] de l'ASHRAE. Les MEE de l'étanchéité à l'air présentent une large fourchette d'économies, qui varie selon l'emplacement, le type d'habitation et la nécessité d'un VRC. Voici certaines observations importantes concernant les MEE de l'étanchéité à l'air.

- Les économies réalisées pour les maisons en rangée sont inférieures à celles des maisons individuelles en raison du rapport surface de l'enveloppe-volume du bâtiment plus faible.
- Le besoin d'installer un VRC pour assurer une ventilation adéquate après avoir rendu les maisons en rangée moyennement étanches à l'air (3,6 RA/h_{50}) réduit substantiellement les économies puisque l'amélioration du rendement en matière d'étanchéité à l'air (4,7 RA/h_{50} à 3,16 RA/h_{50}) est en grande partie annulée par la consommation d'énergie du VRC.
- Les économies augmentent avec chaque amélioration successive de l'étanchéité à l'air pour Chesterfield, Resolute et Cambridge Bay (appelées « Chest » sur la figure 2) pour tous les archétypes.
- Les économies sont moins importantes pour tous les types d'habitation à Inuvik et Dawson (appelées « Daw » sur la figure 2) et, à mesure que l'enveloppe devient plus étanche, les économies supplémentaires sont également inférieures à celles qui ont été réalisées pour les maisons situées dans les climats plus froids.
- Les maisons en rangée d'Inuvik et de Dawson affichent une baisse des économies d'énergie passant de la norme R2000 à la norme de la maison passive. Cela est attribuable à l'augmentation de la ventilation nécessaire fournie par le VRC pour atteindre la norme 62.1 de l'ASHRAE, ce qui entraîne une consommation d'énergie plus grande que les économies réalisées en améliorant l'étanchéité.

Reconnaître les caractéristiques météorologiques distinctes entre les collectivités aide à mieux expliquer les différences dans les résultats. Ce sont Inuvik et Dawson qui ont les moins grands nombres de degrés-jours de chauffage et, surtout, des vents à des vitesses beaucoup plus faibles que les trois autres emplacements (voir le tableau 1). En conséquence, le gradient de température de l'enveloppe, les fuites d'air entre l'intérieur et l'extérieur causées par le vent et les effets de balayement par le vent sont moins importants, ce qui diminue l'avantage net procuré par l'amélioration de l'étanchéité à l'air (du point de vue de l'économie d'énergie seulement) à Dawson et Inuvik.

La figure 2 illustre les différences observées entre des collectivités ayant des climats très différents. Les économies

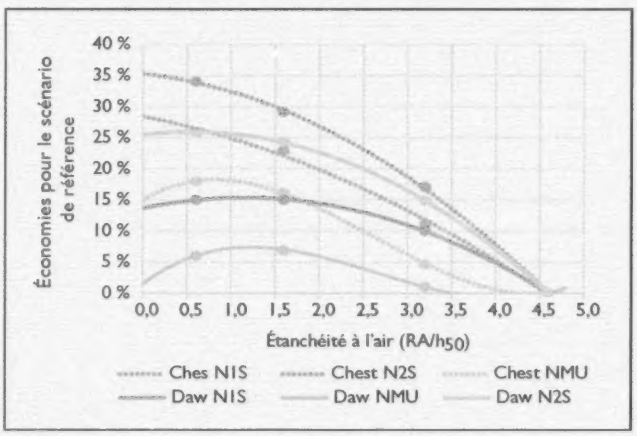

Figure 2 Économies réalisées par l'amélioration de l'étanchéité à l'air pour les types d'habitation de Chesterfield et Dawson

[2] Norme 62.1 de l'ASHRAE, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. © 2010, American Society for Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta (Géorgie).

plus faibles, la diminution des économies réalisées par amélioration unitaire de l'étanchéité à l'air et un point inférieur d'inflexion de l'étanchéité à l'air (le point où les économies commencent à diminuer) sont tous illustrés par les courbes des archétypes de Dawson en comparaison avec Chesterfield.

Appareils ménagers et d'éclairage ENERGY STAR[MC]

Les économies associées aux appareils ménagers et d'éclairage ENERGY STAR[MC] disponibles par rapport aux statistiques de 2010 sur les foyers canadiens moyens indiquent qu'il est possible de réaliser des économies d'électricité annuelles de 39 %[3,4]. À l'échelle du bâtiment, cela représente des économies de 5 % à 10 %. Des effets interactifs ont été observés à la suite des améliorations apportées par les appareils ménagers et d'éclairage. Un éclairage plus efficace réduit les gains de chaleur à l'intérieur, ce qui nécessite que la chaudière produise davantage de chauffage pour les locaux afin de répondre à la demande. Les effets observés montrent une diminution d'approximativement 25 % des économies attendues. Les effets interactifs ont également été étudiés pour d'autres MEE, comme la chaudière et l'eau chaude, mais ils ont été jugés négligeables.

Isolation

Les MEE d'isolation individuelles appliquées aux murs, au plancher ou au toit/plafond ont produit les économies d'énergie les plus faibles pour l'ensemble du bâtiment; dans certains cas, elles étaient inférieures à 1 %. Les différences d'économies entre les types d'habitation et les composantes de l'enveloppe peuvent être attribuées aux différentes formes des bâtiments et aux valeurs de référence de l'isolation au moment de la conception du bâtiment. Par exemple, dans les maisons individuelles, les murs offrent la plus grande surface à isoler, ce qui donne lieu à des économies plus importantes. Cependant, pour les maisons en rangée, ce sont les planchers et le toit/plafond qui constituent la plus grande proportion de la surface de l'enveloppe et qui offrent par conséquent les meilleures économies. L'ajout d'isolant RSI 1,76 (R-10) partout dans l'enveloppe du bâtiment produit des économies d'énergie de 3,5 % à 6 %. L'amélioration de la valeur thermique des maisons de référence par l'ajout d'un isolant RSI 3,52 (R-20) partout dans l'enveloppe permet de faire des économies d'énergie de 5,5 % à 9,5 % pour l'ensemble du bâtiment.

Fenêtres ENERGY STAR[MC]

Le changement des fenêtres à double vitrage clair pour des fenêtres à triple vitrage et à faible émissivité a eu un effet substantiel sur les maisons modélisées. Des économies d'énergie de 6 % à 7 % à l'échelle du bâtiment ont été observées avec la mise en œuvre des MEE des fenêtres. Ces économies sont comparables à celles que produit l'ajout d'un isolant RSI 3,52 (R-20) partout dans l'enveloppe. Bien que le rapport fenêtres-murs soit plutôt faible pour les archétypes nordiques (6 % à 11 %), les avantages des fenêtres ENERGY STAR[MC] sont tout de même considérables et soulignent l'importance de remédier aux liens thermiques les plus faibles (RSI le plus bas) dans l'enveloppe. Même si le coûtde remplacement des fenêtres est élevé comparativement au coût de l'isolation, leur installation est plus simple et dérange souvent moins les occupants, surtout si l'on tient compte des complications associées à l'ajout d'isolant aux murs existants. La MEE consistant à poser de nouvelles fenêtres est intéressante, en particulier lorsque vient le moment de remplacer des fenêtres brisées ou endommagées.

Ensembles de MEE

Pour l'élaboration des « ensembles » de MEE, les cinq emplacements ont été divisés en trois groupes en fonction du climat et des profils d'économies d'énergie des MEE pour l'ensemble du bâtiment. Dawson et Inuvik se sont démarquées en tant que cas individuels uniques en raison des différences de climat et du type de combustible utilisé pour le chauffage. Chesterfield Inlet, Cambridge Bay et Resolute ont été regroupées ensemble pour leurs climats similaires. Cambridge Bay a servi de référence dans ce troisième groupe puisqu'elle représentait le mieux le profil d'économies d'énergie moyen des trois collectivités. Les ensembles de MEE qui offraient deux niveaux d'économies, 10 % et 25 %, ont été simulés au moyen de la version 10.5.1 de HOT2000. La priorité a été accordée aux mesures pratiques qui dérangeaient le moins les occupants. Les résultats des ensembles proposés sont présentés dans les tableaux 3 à 5. Pour chaque emplacement, les ensembles de MEE permettant de réaliser des économies d'énergie de 10 % à l'échelle du bâtiment apparaissent en premier, suivis des ensembles de MEE qui permettent de réaliser des économies d'énergie de 25 % à l'échelle du bâtiment.

[3] Office de l'efficacité énergétique à Ressources naturelles Canada. (2010). Tableau du Guide de données sur la consommation d'énergie – secteur résidentiel, Tableau 15. Tiré de : http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/guide/guide_res_00.cfm?attr=0

[4] Office de l'efficacité énergétique à Ressources naturelles Canada. (2010). Liste de produits interrogeable (Energy Star). Tiré de : http://oee.nrcan.gc.ca/pml-lmp/index.cfm?language_langue=fr&action=app%2Ewelcome%2Dbienvenue&attr=0

C'est Dawson, avec le climat le plus chaud (le moins de degrés-jours de chauffage), qui bénéficie le plus des MEE électriques, puisque l'électricité représente une plus grande partie de la consommation globale du bâtiment pour cet emplacement. Les MEE de l'enveloppe pour le chauffage des locaux offrent des économies relatives plus faibles pour Dawson. Des économies de 25 % ne peuvent être réalisées qu'avec les MEE de l'enveloppe et celles-ci doivent être combinées à plusieurs MEE des équipements, comme l'indiquent les ensembles G à I. Des économies de 23 % peuvent être réalisées grâce aux MEE des équipements (ensemble E) pour les maisons d'un et de deux étages, alors qu'il est possible d'atteindre 25 % d'économies pour tous les types de maisons avec un ensemble de MEE de l'enveloppe et des équipements en améliorant les fenêtres et en installant une chaudière à haute efficacité (ensemble F).

Tableau 3a Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies de 10 % à l'échelle du bâtiment pour Dawson

Emplacement/ ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA Mod	R20 Tous	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
DAWSON (10 %)	A	1 et 2 étages				✓		11 %
	B	Collectif	✓			✓		10 %
	C	1 et 2 étages		✓	✓			14 %[1]
	D	Tous	✓				✓	10 %

[1] Pour atteindre le même niveau d'économies (14 %), un collectif d'habitation devrait respecter la norme d'étanchéité à l'air R2000. Si l'isolation du plafond/toit pose problème, il serait alors possible d'atteindre 10 % d'économies en isolant simplement les planchers et les murs des maisons d'un ou deux étages.

Tableau 3b Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies de 25 % à l'échelle du bâtiment

Emplacement/ ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA R2000	R20 Tous	Chaudière Rendement élevé	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
DAWSON (25 %)	E	1 et 2 étages				✓	✓	✓	23 %[1]
	F	Tous	✓			✓			25 %[2]
	G	1 et 2 étages		✓	✓			✓	22 %[3]
	H	1 et 2 étages	✓	✓	✓				25 %[4]
	I	Collectif	✓	✓	✓		✓		25 %

[1] Les collectifs d'habitation nécessitent cet ensemble avec l'installation d'une chaudière offrant le meilleur rendement pour atteindre 20 % d'économies.
[2] Les collectifs d'habitation nécessitent la chaudière offrant le meilleur rendement pour réaliser les mêmes économies (25 %).
[3] Les mêmes économies sont possibles en changeant le FE élevé de l'ECD par la MEE E-Star. Les collectifs réalisent 15 % d'économies avec le même ensemble.
[4] Les collectifs d'habitation réalisent 18 % d'économies avec le même ensemble.

Des économies de 10 % ont été constatées à Inuvik grâce à une MEE de chaudière indépendante (ensemble C) ou au moyen de combinaisons de MEE des équipements et de l'enveloppe qui dérangent moins. L'ensemble E permet de réaliser rapidement et de manière non invasive des économies de 10 % dans une maison en rangée d'Inuvik. Aucune MEE individuelle ne peut fournir 25 % d'économies pour Inuvik; cependant, différentes combinaisons de MEE des équipements et de l'enveloppe permettent d'atteindre ce niveau d'économies.

Tableau 4a Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies d'énergie de 10 % à l'échelle du bâtiment pour Inuvik

Emplacement/ ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA Mod	R20 T/P	R20 Tous	Chaudière Rendement élevé	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
INUVIK (10 %)	A	1 et 2 étages		✓		✓				15 %[1]
	B	Tous						✓	✓	10-13 %[2]
	C	Tous					✓			11-13 %[3]
	D	Tous	✓					✓		10-12 %
	E	Collectif			✓				✓	9 %

[1] Les collectifs d'habitation doivent respecter la norme d'étanchéité à l'air R2000 pour obtenir plus de 10 % d'économies (12 %). Une étanchéité modérée donne 7,5 % d'économies.
[2] Des économies de 10 % sont réalisées dans les collectifs d'habitation alors qu'elles sont de 13 % dans les maisons individuelles.
[3] Des économies de 13 % sont réalisées dans les collectifs d'habitation alors qu'elles sont de 11 % dans les maisons individuelles.

Tableau 4b Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies d'énergie de 25 % à l'échelle du bâtiment pour Inuvik

Emplacement/ ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA Mod	ÉA R2000	R20 Tous	Chaudière Rendement élevé	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
INUVIK (25 %)	F	1 et 2 étages		✓		✓	✓			25 %[1]
	G	1 et 2 étages	✓	✓		✓			✓	28 %
	H	Tous	✓				✓	✓	✓	25 %
	I	1 et 2 étages			✓	✓			✓	26 %[2]
	J	Collectif			✓	✓	✓			24 %

[1] Les collectifs obtiennent 19 % d'économies avec le même ensemble.
[2] Les collectifs obtiennent 19 % d'économies avec le même ensemble.

Le dernier groupe, qui comprend Chesterfield, Cambridge Bay et Resolute, bénéficie grandement des MEE de chauffage des locaux comme les améliorations de l'enveloppe et de la chaudière. Il s'agit du seul groupe où d'importantes MEE de l'enveloppe ou des MEE individuelles de la chaudière contribuent à produire des économies atteignant 25 % (ensembles E à G).

Tableau 5a Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies d'énergie de 10 % à l'échelle du bâtiment pour le groupe de Chesterfield, Cambridge Bay et Resolute

Emplacement/ Ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA Mod	R20 T/P	R20 P	App. éclairage/ ménagers E-Star	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
CHEST, CB, et RES (10 %)	A	Tous	✓					✓	9 %
	B	Tous	✓				✓		10 %
	C	1 et 2 étages		✓					8-12 %[1]
	D	Collectif	✓		✓	✓			12 %

[1] Les maisons d'un étage affichent des économies de 8 % à 9 %, comparativement à 12 % pour les maisons à deux étages.

Tableau 5b Ensembles des MEE permettant de réaliser des économies d'énergie de 25 % à l'échelle du bâtiment pour le groupe de Chesterfield, Cambridge Bay et Resolute

Emplacement/ Ensemble		Type d'habitation	Fen	ÉA Mod	ÉA R2000	R20 Tous	Chaudière Rendement élevé	Chaudière Meilleur rendement	ECD FE élevé	Économies des ensembles (%)
CHEST, CB, et RES (25 %)	E	1 et 2 étages	✓	✓		✓				23 %[1]
	F	1 et 2 étages					✓			25 %[2]
	G	1 et 2 étages			✓	✓				25-27 %[3]
	H	1 et 2 étages	✓	✓		✓			✓	25-27 %[4]
	I	Collectif	✓					✓		26 %[5]

[1] Les collectifs d'habitation produisent 15 % d'économies, mais doivent respecter la norme d'étanchéité à l'air R2000 pour obtenir des économies équivalentes.
[2] Les collectifs d'habitation produisent 17 % d'économies.
[3] Les maisons d'un étage produisent 25 % d'économies, alors que les maisons de deux étages atteignent 27 %. Les collectifs produisent 18 % d'économies.
[4] Les maisons d'un étage affichent 27 %, légèrement plus que les maisons de deux étages à 25 %. Les collectifs donnent 19 % d'économies, mais doivent respecter la norme d'étanchéité à l'air R2000 pour obtenir des économies équivalentes.
[5] L'ensemble avec la chaudière à rendement élevé donne de 23 % à 24 % d'économies.

Les mesures d'efficacité énergétique ont agi de manière bénéfique à différents degrés sur les différentes collectivités en fonction de l'archétype, du climat et des types de combustibles disponibles. Le tableau suivant résume les MEE qui sont pertinentes à chaque cas.

Tableau 6 Résumé des MEE les plus pertinentes par emplacement/archétype

Archétype	Dawson	Inuvik	Chesterfield/Resolute/ Cambridge Bay
Un étage (N1S)	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star ▪ Isolation des murs ou de l'ensemble du bâtiment	▪ ECD – FE élevé ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star ▪ Isolation des murs ou de l'ensemble du bâtiment	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Étanchéité à l'air R2000 ▪ Isolation des murs ou de l'ensemble du bâtiment
Deux étages (N2S)	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star ▪ Étanchéité à l'air R2000	▪ ECD – FE élevé ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Étanchéité à l'air R2000
Maisons en rangée (NMU)	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star ▪ Isolation du toit/plafond ou du plancher	▪ ECD – FE élevé ▪ Appareils ménagers et d'éclairage E-Star ▪ Isolation du toit/plafond ou du plancher	▪ Chaudière – Rend. élevé ou meilleur rendement ▪ Étanchéité à l'air R2000 ▪ Isolation du toit/plafond ou du plancher

À partir des résultats et de l'analyse de cette étude, les sociétés d'habitation du Nord et l'industrie ont pu formuler plusieurs recommandations pour améliorer la consommation globale d'énergie dans les habitations existantes. Les améliorations relatives à l'étanchéité à l'air et aux chaudières au mazout produisent les meilleures économies (15 % à 28 %) pour toutes les collectivités et tous les archétypes. Des mesures secondaires comprennent la pose de fenêtres à triple vitrage et à faible émissivité et l'installation d'appareils d'éclairage et ménagers ENERGY STAR[MC] qui produisent de 6 % à 10 % des économies à l'échelle du bâtiment. Les MEE consistant à ajouter de l'isolant par morceaux fournissent les moins grandes économies, alors que l'isolation de l'ensemble du bâtiment est une mesure plus intéressante et peut être combinée aux travaux de rénovation de l'enveloppe du bâtiment et à des améliorations relatives à l'étanchéité à l'air pour réduire les coûts.

Répercussions sur le secteur de l'habitation dans le Nord

La présente étude donne une indication de la portée des mesures d'efficacité énergétique nécessaires à une réduction marquée de la consommation d'énergie dans les habitations nordiques. Grâce aux connaissances locales sur les coûts d'énergie et d'améliorations, des estimations préliminaires des économies des coûts d'énergie et des sommes récupérées par l'application des mesures d'efficacité énergétique peuvent être mises au point. L'étude montre également les effets interactifs entre certaines des MEE proposées. Par exemple, les économies réalisées en améliorant les appareils d'éclairage et l'étanchéité à l'air sont en partie annulées par les besoins plus grands en matière de chauffage des locaux et de ventilation. Quoi qu'il en soit, même si les économies peuvent s'avérer inférieures aux attentes, les mesures sont souvent nécessaires pour d'autres raisons, y compris afin d'assurer un rendement énergétique optimal pour chaque consommation finale d'énergie, d'améliorer le milieu de vie intérieur et d'accroître la durabilité de l'enveloppe du bâtiment. Avec les différents ensembles de MEE offerts, un programme de simulation de la consommation énergétique résidentielle est présenté et permet d'explorer le potentiel d'améliorations énergétiques des archétypes d'habitations nordiques.

Directeur de projet à la SCHL : Silvio Plescia

Consultants pour le projet de recherche :
Levelton Consultants

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

68326

©2015, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 14-05-15

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.